

14. ナトリウム摂取の増加によるカルシウム代謝への影響に関する研究 (No.8916)

鈴木正成(筑波大学)

要 旨

高食塩摂取は、体内のミネラル代謝に大きな影響を及ぼすことが明らかにされつつある。本研究では、食塩摂取の増加がカルシウムの尿中排泄に対する影響をヒトとラットで検討した。さらに、ヒトでは運動負荷前後の血清ミネラル濃度に対する食塩摂取量の影響を検討し、ラットでは、カルシウムに加えて、リン、マグネシウム、カリウムの吸収率と体内への保留率に対する食塩摂取量の影響を検討した。

ヒトにおける実験 (Exp. 1) : 男子大学生・大学院生に、4 gもしくは20 gの食塩を含む実験食をそれぞれ9日ずつ与えた。高塩食摂取により、カルシウムの尿中排泄が増加したが、血圧および血清中ミネラル濃度には影響しなかった。すべての被験者は、実験期間中一定の実験食のみを摂取したので、尿中カルシウム排泄の増加は食塩摂取の増加によるものであると結論できる。耐久運動能力に対する食塩摂取量の変化による影響は認められなかった。

ラットにおける実験 (Exp. 2) : 4週齢のSprague-Dawley系雄ラット30匹を、コントロール食(2%NaCl)群、低塩食(0.5%NaCl)群と高塩食(8%NaCl)群の3群に分け、それぞれの実験食を与えて14日間飼育した。実験期間中の尿と糞を採取し、ミネラルの吸収、排泄、および体内保留量を測定した。実験最終日にラットを屠殺して血清を得た。カルシウム、ナトリウム、リンおよびカリウムの尿中排泄量は、コントロール食群と低塩食群に比べ高塩食群で有意に多かった。高塩食群の尿中 c-AMP排泄量が他の2群よりも増加する傾向にあったので、高塩食摂取によるカルシウム排泄の増加は、副甲状腺ホルモンの作用を介して起こることが示唆された。カルシウム、リンおよびマグネシウムの体内保留率は、コントロール食群と低塩食群よりも高塩食群で低かった。しかし、コントロール食群と低塩食群の間でミネラルの尿中排泄率と体内保留率に差がなかったので、ミネラルの尿中排泄はある一定量以上の食塩摂取により促進されるものと考えられる。

13. ナトリウム摂取の増加によるカルシウム代謝への影響に関する研究 (No.8916)

鈴木正成(筑波大学)

1. 緒言

高食塩摂取は、生体にさまざまな反応を起こすことが知られつつあるが、特に体内のミネラル代謝に対する影響に関して多くの研究がなされている。最近の研究によれば、ナトリウムの大量摂取は、尿中へのカルシウムの排泄を増大し(1-4)、骨粗鬆症の誘発因子となる危険性をもつことが示唆されている(5,6)。

本研究では、食塩摂取の増加がカルシウムの尿中排泄を増大させる現象をヒトおよびラットにおいて確認した。さらに、ヒトでは運動負荷前後の血清ミネラル濃度に対する食塩摂取量の影響を検討し、ラットでは、カルシウムに加えて、リン、マグネシウム、カリウムの吸収率と体内への保留率に対する食塩摂取量の影響を検討した。

2. 方法

2.,1. 実験1: ヒトを用いた実験

筑波大学の健康な男子学生(学群生および大学院生)5名を被験者として用いた。被験者の身体特性をTable 1に示した。実験の期間は1989年9月25日より10月12日の18日間とし、半分の9日間を低塩食期、残りの9日間を高塩食期とした。前半の9日間で、3名に低塩食、あとの2名に高塩食を摂取させ、後半の9日間では、その逆の食事を摂取させて実験を行なった。実験食として、たん白質、炭水化物および脂質のカロリー比が、それぞれ11:68:21から成る基本食を用いた。この基本食に食塩を添加して食事の食塩量を調整したが、低塩食期では、食事の総食塩量が1日4gとなる実験食を、一方、高塩食期では食事の総食塩量が1日20gとなる実験食を被験者に摂取させた。食事は1日3食制として、被験者は、実験期間中を通して実験食のみを摂取した。水は自由に摂取するようにした。実験期間中に、24時間尿の採取、血圧および体重を毎日測定した。

低塩食期と高塩食期のそれぞれ5, 7, 8および9日目に自転車エルゴメーターによる運動を負荷し、5日目(day 5)と9日目(day 9)の運動負荷後に血液を採取して血清を分離した。採血は、5日目で運動開始5分後に、9日目では運動開始10分後に行なった。

5日目の運動は、比較的軽い強度(2.0kp, 50rpm/min)に設定し、16:00～18:00の間に25分間行なった。7日目と8日目に、自転車エルゴメーター運動にさらに慣れさせるための訓練を16:00～18:00の間に15～25分間行なった。9日目の同時刻に、疲労困憊に至るまで運動を続ける耐久運動試験を行なった。9日目の運動は、発汗を促すために室内温度30℃、湿度75%に調節した環境制御室にて行なった。

2.,2. 実験2：ラットを用いた実験

4週齢(体重105～115g)のSprague-Dawley系雄ラット(日本クレア)30匹を実験に使用した。飼育室は07:00-19:00に照明をし、その時間帯を明期とした。ラットは個別飼育し、09:00-11:00と17:00-19:00に給餌する1日2食制のmeal-feedingに適応させるため、2週間を予備飼育期間とし、この間、粉末市販食(CE-2; 日本クレア)を与えた。続く2週間を本実験期間とし、代謝ケージに移して実験食を与えて飼育した。ラットを、コントロール食群、低塩食群、および高塩食群の各10匹ずつに分けた。各実験食(Table 2)の食塩含量は、コントロール食で2%、低塩食で0.5%、高塩食で8%とした。実験食中の食塩量の違いをシュクロースの添加量により調整した。水は24時間自由に与えた。本実験期間の4, 7および10日目に24時間の尿と糞を採取した。実験最終日(14日目)の07:00-09:00(摂食1時間後)にすべてのラットを断頭屠殺して採血をし、血清を分離した。

2.,3. 分析方法とデータの処理

尿、糞および血清中のミネラルは、すべて誘導結合プラズマ(ICP)発光分析法で測定した。尿試料は蒸留水で100倍希釈後、分析に用いた。糞は乾燥させた後均一にし、次いで湿性灰化して分析に用いた。血清も湿性灰化して分析に用いた。尿中クレアチニンは、アルカリーピクリン酸法により測定した。尿中cyclic-AMP(cAMP)は、cAMP用測定キット(Amersham社)で分析した。

ミネラルの吸収(absorption)と保留(retention)の量と率の計算は次式によった。

$$\begin{aligned} \text{Absorption} &= \text{Intake} - \text{Fecal excretion} \\ \text{Absorption rate (\%)} &= \text{Absorption} / \text{Intake} \times 100 \\ \text{Retention} &= \text{Absorption} - \text{Urinary excretion} \\ \text{Retention rate (\%)} &= \text{Retention} / \text{Absorption} \times 100 \end{aligned}$$

3. 結果および考察

3.,1. ヒトを用いた実験(Exp.1)

高塩食期のナトリウムの尿中排泄は、低塩食期のそれに比べて約6倍の高値を示し

($P<0.05$)、同時にカルシウムの尿中排泄も高塩食期で 1.5倍の高値を示した($P<0.05$) (Table 3)。この結果は、これまでの報告(2,3,5,6)とよく一致するものであるが、本実験では各被験者に全く同一の食事を摂取させ、高塩食期と低塩食期の生活条件の違いは食塩摂取量のみであったので、カルシウムの尿中排泄を増加させた因子は、食事の中の食塩量の増加にほぼ限定できる。実験期間中の被験者の血圧は、低塩食期と高塩食期でほとんど差がなかったので (Table 1)、高塩食摂取による尿中カルシウム排泄の増加は、血圧とは関係ないと結論できる。本実験では、カリウム、リン、およびマグネシウムの尿中排泄量も測定したが、食事の中の食塩量の影響は認められなかった。

軽い運動 (day 5) または重い運動 (day 9) の負荷前後の血清中ミネラル濃度を比較検討した (Table 4)。高塩食期に重い運動を負荷した時のみ、血清カルシウムとリンの濃度が運動前に比べて増加する傾向にあった。低塩食期ではすべてのミネラル濃度に運動の影響は認められなかった。また、運動前の血清ミネラル濃度に低塩食期と高塩食期の差は認められなかった。

9日目に行なった耐久運動試験では、5人の被験者のうち、3人が高塩食期で7~42%運動持続時間が長くなったが、他の2人は、7~18%短くなった。すなわち、耐久運動能に対する食塩摂取量の一定した影響は認められなかった。

3., 2. ラットを用いた実験 (Exp. 2)

各食餌群のミネラルの摂取と排泄をTable 5に示した。ナトリウムの尿中排泄量は、食塩を摂取する量に対応して増えた。ナトリウムの吸収率 (Absorption rate) は、低塩食群で他の2群よりもわずかに低かったが、保留率 (Retention rate) は、高塩食群で他の群より低い傾向にあった。

カルシウムの摂取量は各食餌群でほとんど同じであったが、尿中への排泄量は、高塩食群で他の群の8-9倍も高い値を示した($P<0.05$)。カルシウムの吸収率はすべての群で同じであったので、カルシウム保留率は高塩食群で他の2群よりも有意に低くなった($P<0.05$)。これらの結果は、食塩の摂取量が、ある一定量を超えるとカルシウムの尿中排泄が増加することを示唆しており、多量の食塩摂取が骨粗鬆症を発生する危険因子となりうるという以前の報告(5,6)を支持するものである。しかし、コントロール食群と低塩食群の尿中カルシウム排泄量には差がなかった。カルシウムの尿中排泄を促進する食塩摂取レベルを明らかにすることは興味ある今後の問題である。

リンとマグネシウムの吸収率は、高塩食群で他の2群より高値を示した。一方、それらの保留率は、高塩食群で他の2群よりかなり低値を示したので、同量のミネラルを摂取した条件での体内保留量は、高塩食群で少なかった。

カリウムの尿中排泄量は、高塩食群で他の2群よりわずかに高い値を示したが、カリ

ウム代謝に対する食塩摂取量の影響は小さかった。

実験期間中のラットの体重の増加は高塩食群で他の2群に比べてわずかに低値を示した(Table 6)。

副甲状腺ホルモンはカルシウム代謝を強く支配するが、副甲状腺ホルモンが腎臓に作用すると尿中のcAMP量が増加する(7)。さらに、尿中のクレアチニンあたりのcAMP量の増加と、血中の副甲状腺ホルモン濃度の上昇との間には、高い相関関係があると報告されている(8)。本研究において、尿中cAMP量は、食塩摂取量の増加とともに増す傾向にあった。特に高塩食群の尿中クレアチニン量が他の2群のそれより低いため、尿中クレアチニンあたりのcAMP量は高塩食群でかなり高い傾向にあった。すなわち、本研究結果は、高塩食摂取によるカルシウムの尿中排泄の増加は、副甲状腺ホルモンの作用によるとする仮説を支持するものである。さらに、高塩食摂取により他のミネラルの尿中排泄も増加しているので、高塩食摂取は腎臓のミネラル排泄系に対する作用が大きいと考えられる。しかし、コントロール群と低塩食群の間では、尿中へのミネラル排泄にほとんど差がみられなかったため、カルシウムの場合と同様に、食塩のある一定量以上の摂取によりミネラルの尿中排泄は増加するものと考えられる。

高塩食群のカルシウム、リンおよびマグネシウムの血中濃度は、それらの尿中排泄増加を反映して他の2群よりも低値を示した(Table 6)。

4. まとめ

ヒトおよびラットを用いた実験で、高塩食の摂取はカルシウムの尿中排泄を増大させることが確認された。ラットを用いた実験により、高塩食はカルシウムの吸収率を変動させないが、尿中への排泄を促進すること、そしてこの現象に副甲状腺ホルモンが関与していることが示唆された。ラットでは、高塩食摂取によりリン、マグネシウム、およびカリウムの尿中排泄も高塩食摂取により増加した。しかし、コントロール群と低塩食群のミネラルの尿中排泄には、ほとんど差がなかったため、ミネラルの尿中排泄は、食塩のある一定量以上の摂取により促進されることが示唆された。

5. 引用文献

- 1) Goulding, A. (1980) Mineral Electrolyte Metab. 4, 203-208.
- 2) Muldowney, F.P., Freaney, R., and Moloney, M.F. (1982) Kidney Int. 22, 292-296.
- 3) Breslau, N.A., McGuire, J.L., Zerwekh, J.E., and Pak, C.Y.C. (1982) J. Clin. Endocrinol. Metab. 55, 369-373.

- 4) Goulding, A. and Campbell, D.R. (1984) Mineral Electrolyte Metab. 10, 58-62.
- 5) Shortt, C., Madden, A., Flynn, A., and Morrissey, P.A. (1988) Eur. J. Clin. Nutr. 42, 595-603.
- 6) Zarkadas, M., Gougeon-Reyburn, R., Marliss, E.B., Block, E., and Alton-Mackey, M. (1989) Am. J. Clin. Nutr. 50, 1088-1094.
- 7) Fujita, T., Chan, J.C.M., and Bartter, F.C. (1984) Nephron 38, 109-114.
- 8) McCarron, D.A., Pingree, P.A., Rubin, R.J., Gaucher, S.M., Molitch, M., and Krutzik, S. (1980) Hypertension 2, 162-168.

Table 1. Exp. 1 : Characteristics of the subjects.

Subject number		5
Sex		Male
Age (year)		21.4 ± 0.9 ¹
Height (cm)		174.0 ± 1.5
Weight (kg)	Initial day	69.0 ± 1.9
	Final day	68.0 ± 1.7
Low-salt diet	Initial day	69.0 ± 1.8
	Final day	68.0 ± 1.8
High-salt diet	Initial day	68.7 ± 1.9
	Final day	68.2 ± 1.8
Blood pressure (day 9)		
Low-salt diet	Diastolic	66 ± 1
	Systolic	108 ± 1
High-salt diet	Diastolic	68 ± 1
	Systolic	107 ± 2

¹ Mean ± SEM.

Table 2. Exp. 2 : Composition of the diets for rats.

Ingredient	Diet for rats		
	Control diet	Low-salt diet	High-salt diet
	(g/kg diet)		
Corn starch	400.0	400.0	400.0
Sucrose	157.7	172.7	97.7
Casein	250.0	250.0	250.0
Soybean oil	50.0	50.0	50.0
Cellulose	50.0	50.0	50.0
Vitamin mixture	12.5	12.5	12.5
Mineral mixture	79.8	64.8	139.8
(NaCl)	(20.0)	(5.0)	(80.0)
	(% in mineral mixture)		
NaCl	25.1	7.7	57.2
CaCO ₃	29.3	36.1	16.7
KH ₂ PO ₄	34.3	42.3	19.6
MgSO ₄ · 7H ₂ O	10.0	12.3	5.7
CaHPO ₄ · 2H ₂ O	0.43	0.52	0.24
Fe (C ₆ H ₅ O ₇) · 5H ₂ O	0.62	0.77	0.36
MnSO ₄ · H ₂ O	0.12	0.15	0.07
ZnCl ₂	0.020	0.030	0.010
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.156	0.185	0.086
KI	0.0005	0.0006	0.0003
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ · 4H ₂ O	0.0025	0.0031	0.0014
NaSeO ₃ · 5H ₂ O	0.0015	0.0018	0.0009

Table 3. Exp. 1 : Urinary mineral excretion.

	Low-salt diet (n=5)	High-salt diet (n=5)
Urine volume (l/day)	1.06 ± 0.03 ¹	1.14 ± 0.06
Na (mg/day)	971 ± 72	6471 ± 352*
Ca (mg/day)	102 ± 7	150 ± 13*
P (mg/day)	965 ± 28	903 ± 41
Mg (mg/day)	94 ± 4	96 ± 4
K (mg/day)	2186 ± 122	1986 ± 47

¹ Values (mean±SEM) are urine volume and its mineral contents in a day. Urine was collected from day 3 through day 9 in each experimental diet period. * P<0.05

Table 4. Exp. 1 : Serum mineral concentration.

Mineral	Before exercise (n=5)	After exercise (n=5)
< Day 5 : moderate exercise >		
Low-salt diet		
Na (mg/ml)	2.8 ± 0.2	2.6 ± 0.1
Ca (µg/ml)	72.8 ± 6.9	69.9 ± 3.7
P (µg/ml)	98.8 ± 9.6	94.3 ± 4.4
Mg (µg/ml)	15.1 ± 1.3	14.3 ± 0.6
K (µg/ml)	156.8 ± 15.1	133.1 ± 14.9
High-salt diet		
Na (mg/ml)	2.9 ± 0.2	2.6 ± 0.2
Ca (µg/ml)	73.2 ± 5.3	62.2 ± 4.4
P (µg/ml)	97.6 ± 10.5	79.8 ± 9.1
Mg (µg/ml)	15.3 ± 1.4	12.0 ± 0.9
K (µg/ml)	158.4 ± 15.2	124.7 ± 17.8
< Day 9 : exhaustive exercise >		
Low-salt diet		
Na (mg/ml)	2.9 ± 0.2	2.6 ± 0.2
Ca (µg/ml)	77.5 ± 7.0	86.0 ± 6.5
P (µg/ml)	97.6 ± 10.1	118.2 ± 8.8
Mg (µg/ml)	18.2 ± 2.0	17.3 ± 1.4
K (µg/ml)	170.1 ± 10.4	184.4 ± 10.9
High-salt diet		
Na (mg/ml)	2.8 ± 0.1	3.0 ± 0.0
Ca (µg/ml)	73.9 ± 4.1	91.1 ± 4.5*
P (µg/ml)	87.7 ± 3.2	118.0 ± 4.9*
Mg (µg/ml)	15.0 ± 0.6	17.5 ± 1.2
K (µg/ml)	188.9 ± 13.8	180.5 ± 8.8

* $P < 0.05$ between before and after exercise.

Table 5. Exp. 2 : Mineral intake and excretion in rats.

	Control (n=10)	Low-salt diet (n=10)	High-salt diet (n=10)
Na			
Intake (mg/day)	142.1 ± 1.9 ^a	35.3 ± 0.5 ^b	573.7 ± 8.6 ^c
Fecal excretion (mg/day)	3.4 ± 0.2 ^a	2.2 ± 0.2 ^b	3.6 ± 0.4 ^a
Urinary excretion (mg/day)	122.4 ± 3.5 ^a	28.0 ± 0.7 ^b	530.2 ± 10.0 ^c
Absorption (mg/day)	138.7 ± 2.0 ^a	33.1 ± 0.6 ^b	570.1 ± 8.7 ^c
Retention (mg/day)	16.3 ± 3.3 ^a	5.1 ± 0.8 ^b	39.9 ± 6.4 ^c
Absorption rate (%)	97.6 ± 0.2 ^a	93.6 ± 0.5 ^b	99.4 ± 0.1 ^a
Retention rate (%)	11.7 ± 2.4	14.9 ± 2.2	7.0 ± 1.1
Ca			
Intake (mg/day)	171.5 ± 1.3	170.1 ± 2.5	173.2 ± 2.6
Fecal excretion (mg/day)	103.4 ± 2.4	102.3 ± 3.3	106.1 ± 3.0
Urinary excretion (mg/day)	0.7 ± 0.1 ^a	0.6 ± 0.1 ^a	5.7 ± 0.4 ^b
Absorption (mg/day)	68.1 ± 3.0	67.8 ± 3.4	67.1 ± 3.4
Retention (mg/day)	67.4 ± 3.0	67.2 ± 3.4	61.4 ± 3.3
Absorption rate (%)	39.5 ± 1.5	39.8 ± 1.8	38.6 ± 1.7
Retention rate (%)	98.9 ± 0.1 ^a	99.0 ± 0.1 ^a	90.8 ± 0.9 ^b
P			
Intake (mg/day)	128.7 ± 1.7	127.6 ± 1.9	130.0 ± 2.0
Fecal excretion (mg/day)	58.7 ± 1.3 ^a	58.2 ± 2.1 ^a	45.9 ± 1.5 ^b
Urinary excretion (mg/day)	45.1 ± 1.6 ^a	41.8 ± 1.2 ^a	66.6 ± 2.0 ^b
Absorption (mg/day)	70.0 ± 2.0 ^a	69.4 ± 2.3 ^a	84.1 ± 2.2 ^b
Retention (mg/day)	24.9 ± 2.4 ^a	27.6 ± 2.1 ^a	17.5 ± 1.9 ^b
Absorption rate (%)	54.2 ± 1.1 ^a	54.4 ± 1.6 ^a	64.6 ± 1.2 ^b
Retention rate (%)	34.0 ± 3.1 ^a	38.5 ± 2.1 ^a	20.1 ± 2.4 ^b
Mg			
Intake (mg/day)	14.3 ± 0.1	14.2 ± 0.2	14.5 ± 0.2
Fecal excretion (mg/day)	9.1 ± 0.2	8.8 ± 0.3	7.7 ± 0.2
Urinary excretion (mg/day)	2.1 ± 0.3 ^a	1.9 ± 0.2 ^a	5.3 ± 0.1 ^b
Absorption (mg/day)	5.3 ± 0.3 ^a	5.4 ± 0.3 ^a	6.8 ± 0.3 ^b
Retention (mg/day)	3.1 ± 0.4 ^a	3.6 ± 0.4 ^a	1.5 ± 0.2 ^b
Absorption rate (%)	36.5 ± 1.5 ^a	38.1 ± 2.0 ^a	46.7 ± 1.5 ^b
Retention rate (%)	54.1 ± 6.5 ^a	62.9 ± 5.5 ^a	18.4 ± 3.5 ^b
K			
Intake (mg/day)	142.1 ± 0.9	140.9 ± 2.1	143.5 ± 2.2
Fecal excretion (mg/day)	1.7 ± 0.2 ^{a, b}	2.4 ± 0.3 ^b	1.5 ± 0.2 ^a
Urinary excretion (mg/day)	58.7 ± 1.7 ^a	59.1 ± 1.0 ^a	64.3 ± 1.3 ^b
Absorption (mg/day)	140.4 ± 1.9	138.5 ± 2.2	142.0 ± 2.2
Retention (mg/day)	81.7 ± 1.8	79.2 ± 1.7	77.7 ± 1.7
Absorption rate (%)	98.8 ± 0.1 ^{a, b}	98.2 ± 0.2 ^b	99.0 ± 0.2 ^a
Retention rate (%)	57.8 ± 1.1 ^a	56.8 ± 0.6 ^{a, b}	54.6 ± 0.7 ^b

Values (means ± SEM) are mineral intake and excretion in a day.
Means not followed by the same letter are significantly different
($P < 0.05$).

Table 6. Exp. 2 : Body weight, urinary creatinine and c-AMP, and serum mineral concentrations in rats fed the control, low-salt or high-salt diet.

	Control (n=10)	Low-salt diet (n=10)	High-salt diet (n=10)
Body weight (g)			
Initial	197 ± 2	197 ± 1	195 ± 4
Final	286 ± 4	290 ± 3	271 ± 2
Urinary creatinine (mg/d)			
(day 10)	9.2 ± 0.3	9.5 ± 0.2	7.3 ± 0.6
Urinary c-AMP (nmol/d)			
(day 10)	139 ± 8	126 ± 8	151 ± 6
Serum mineral concentration			
Na (mg/ml)	2.3 ± 0.0 ^a	2.5 ± 0.0 ^b	2.6 ± 0.0 ^b
Ca (µg/ml)	106 ± 1 ^a	105 ± 1 ^a	96 ± 1 ^b
P (µg/ml)	156 ± 3 ^a	161 ± 3 ^a	135 ± 3 ^b
Mg (µg/ml)	18.6 ± 0.3 ^a	18.7 ± 0.3 ^a	14.6 ± 0.5 ^b
K (µg/ml)	121 ± 4 ^a	102 ± 2 ^b	110 ± 3 ^{a, b}

Values are means ± SEM. Means not followed by the same letter are significantly different ($P < 0.05$).

EFFECT OF HIGH SODIUM INTAKE ON THE CALCIUM METABOLISM

Masashige Suzuki, Yoshiharu Shimomura, Shinichi Saitoh,
and Yoshikazu Totsuka

Laboratory of Biochemistry of Exercise and Nutrition,
Institute of Health and Sport Sciences
University of Tsukuba

Summary

Effect of sodium intake on the metabolism of calcium and other minerals has been studied in men and rats. In the human study (Exp. 1), subjects were fed the experimental diet including 4 or 20 g of NaCl a day for 9 days for each diet. The high-salt diet intake resulted in elevation of urinary excretion of sodium and calcium, but had almost no effect on the blood pressure and serum mineral concentrations. Since all the subjects were fed the same diet, the increased calcium excretion was ascribed to the increased salt intake. Endurance performance was not affected by the high salt intake. In the animal study (Exp. 2), rats were divided into three diet groups; control (2% NaCl) diet, low-salt (0.5% NaCl) diet, and high-salt (8% NaCl) diet groups. Each group of rats were fed the corresponding diet for 14 days. During the experimental period, urine and feces were collected and mineral absorption and retention were calculated. On the final day of the experiment, rats were killed to obtain serum. Urinary excretion of sodium, calcium, phosphorus, and potassium were higher in the high-salt diet group of rats than in the control and low-salt diet groups. The retention rates of calcium, phosphorus, and magnesium were significantly lower in the high-salt diet group of rats than in the other two groups. However, there was no difference in the urinary excretion and retention rates between control and low-salt diet groups, suggesting that excess salt intake beyond the certain amount promotes urinary mineral excretion.